

Etude des composantes de la précocité chez l'arachide

J. L. KHALFAOUI (1)

Résumé. — Une étude est menée à partir des données de 6 années d'expérimentation sur 8 variétés représentatives de la collection et de la gamme des durées de cycles utiles en région semi-aride. Son objectif est de préciser les différentes composantes de la précocité de maturité des gousses à la récolte. Il apparaît que cette précocité dépend de la durée de réalisation des différentes phases végétatives de floraison et de maturation des gousses. Certains paramètres, tels que la durée entre le semis et la production cumulée de cinquante fleurs, présentent des corrélations phénotypiques élevées ($r = -0,87^{***}$) avec la précocité de maturité des gousses. Ils constituent de ce fait des critères efficaces de sélection de la longueur du cycle des variétés en collection.

INTRODUCTION

En zone semi-aride tropicale chaude, la variabilité génétique disponible en collection pour la longueur du cycle va, chez l'arachide, de 75 à 150 jours. Les cultivars vulgarisés présentent des cycles allant de 90 à 120 jours, les variétés de cycle inférieur à 90 jours étant jusqu'à présent agronomiquement médiocres et celles de plus de 120 jours réservées aux zones pluvieuses.

Les variétés dénommées « hâtives » vont de 75 à 95 jours. Elles correspondent aux variétés botaniques Spanish et Valencia. Les « semi-tardives », de 95 à 110 jours, et les « tardives » de 120 à 150 jours, se classent dans la variété botanique Virginia dont les graines à la récolte sont dormantes.

La durée du cycle dépend essentiellement du déroulement de la floraison et de la fructification. Chez l'arachide, elles sont influencées par le photothermopériodisme. Il n'agit pas en tant que déclencheur mais en tant que modulateur [Ketring, 1982], tout particulièrement la température.

Après une phase végétative de 3 à 4 semaines, la floraison se poursuit durant la presque totalité de la vie de la plante. Elle est dite indéterminée. Il semble que ce phénomène soit un caractère adaptatif permettant à la plante de produire des graines viables quelle que soit l'agression environnementale venant compromettre une partie de la floraison. En effet, la suppression des fleurs entraîne le maintien d'une floraison intense, alors que normalement celle-ci passe par un nombre maximum de fleurs produites par jour avant de baisser et d'atteindre en début de sénescence un niveau très faible, voire nul. A partir d'une fleur fécondée, le délai d'élaboration et de maturation de la gousse est très sensible à la température diurne et nocturne. En Afrique de l'ouest, il est au minimum d'environ 40 jours. Cette floraison prolongée et ce délai de formation font que la floraison utile, donnant naissance aux gousses mûres à la récolte, ne représente qu'une petite fraction, en temps et en nombre de fleurs, de l'ensemble de la floraison.

Le but de cette étude est de préciser : les différentes composantes de la précocité chez les variétés d'arachide, l'importance relative de chacune d'elles vis-à-vis de la précocité de maturation des gousses, ainsi que les corrélations phénotypiques qui existent entre elles au niveau de ces variétés. Elle a été menée afin d'orienter la conduite de la sélection de la longueur du cycle et notamment le choix des critères de sélection.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODE

1. — Matériel génétique.

Il s'agit de 7 lignées pures et une multilignée couvrant la gamme de précocités utiles en régions semi-arides, ainsi que la variabilité génétique disponible en collection puisque chacune des trois variétés botaniques d'arachide cultivées y est représentée (Tabl. I)

2. — Dispositif expérimental.

Cet essai est mené depuis plus de 20 ans au CNRA de Bambey (Sénégal) (données partiellement exploitées et non publiées). Les données retenues pour la présente étude correspondent aux 6 années d'expérimentation allant de 1976 à 1981.

La variété Florunner est une multilignée sœurs. Elle a été introduite dans l'essai à partir de 1977.

Le semis a été réalisé à 60 sur 20 cm en 1976 et à 50 sur 20 cm à partir de 1977, à raison de 2 graines par poquet suivi d'un démarriage à la levée.

Le dispositif comporte 3 répétitions en blocs randomisés et, par bloc, 1 parcelle de 5 lignes de chaque variété.

Un certain nombre de paramètres de précocité de floraison et de maturité des gousses sont étudiés (Tabl. II) Pour cela, 6 pieds par variété et par répétition sont suivis quotidiennement pour leur floraison et 12 pieds hebdomadairement pour leur production.

II. — RÉSULTATS

Le tableau III présente le comportement moyen pluriannuel des 8 variétés pour chacun des paramètres de précocité.

Les analyses de variance à 2 facteurs : variétés et années (Tabl. IV) indiquent que les différences entre les années et entre les variétés sont très hautement significatives pour tous les caractères. Les distributions des pourcentages de gousses mûres, sont normalisées par transformation angulaire.

Les estimations des corrélations phénotypiques entre les paramètres sont réalisées entre les mesures du comportement variétal des 6 années et entre les moyennes pluriannuelles des comportements variétaux (Tabl. V). Elles sont pour la plupart significatives et souvent élevées.

III. — DISCUSSION

Composantes de précocité de la maturité des gousses.

Pour une variété, la précocité à la récolte dépend du déroulement de la phase végétative de la floraison et de la maturation des gousses

(1) IRHO/CIRAD, détaché à l'Institut sénégalais de Recherche Agricole, CNRA de Bambey — Sénégal.

TABLEAU I. — Variétés entrant dans l'étude des composantes de la précocité. —
(Varieties included in the precocity component study)

Variétés (Varieties)	Cycles théoriques (jours) (Theoretical cycle - days)	Variétés botaniques (Botanical varieties)	Origines géographiques (Geographical origin)	Modes d'obtention (How obtained)
Chico	75	Spanish	URSS (USSR)	Généalogique dans une population (Pedigree within a population)
59-457	90	Valencia	Argentine (Argentina)	Généalogique dans une population (Pedigree within a population)
55-437	90	Spanish	Argentine (Argentina)	Généalogique dans une population (Pedigree within a population)
73-30	95	Spanish	Argentine & Burkina	Généalogique à partir d'un croisement (Pedigree from a cross)
73-33	105	Virginia	USA & Australie (Australia)	Généalogique à partir d'un croisement (Pedigree from a cross)
57-422	110	Virginia	USA	Généalogique dans une population (Pedigree within a population)
Florunner	120	Virginia	USA	Généalogique à partir d'un croisement (Pedigree from a cross)
28-206	120	Virginia	Mali	Généalogique dans une population (Pedigree within a population)

TABLEAU II. — Composantes de la précocité étudiées. — (Precocity Components studied)

Paramètres de floraison (moyenne de 18 plantes) (Flowering parameters — Mean for 18 plants)	Composantes approchées (Components assessed)	Désignations abrégées (Abbreviated reference)
1 : Nombre de jours entre le semis et le 1 ^{er} jour de floraison — (Number of days from planting to 1st day of flowering)	temps de mise à floraison (time taken to flower)	1 ^{res} fleurs (1st flowers)
2 : Nombre de jours entre le semis et la production de plus de 3 fleurs par jour — (Number of days from planting to production of more than 3 flowers per day)	temps de mise à floraison intense (time taken for intense flowering)	> 3 fleurs/jour (flowers/day)
3 : Nombre de jours entre le semis et la production cumulée de 50 fleurs (Number of days from planting to cumulated production of 50 flowers)	temps de mise à floraison intense (time taken for intense flowering)	50 fleurs
4 : Nombre de jours entre le semis et la production de 50 % des fleurs produites pendant la floraison — (Number of days from planting to production of 50 % of flowers produced during flowering)	temps d'émission de la floraison utile (useful flowering emission time)	50 % des fleurs
5 : Nombre de jours entre le semis et la production de moins de 3 fleurs par jour — (Number of days from planting to production of under 3 flowers per day)	temps d'émission de la floraison (flowering emission time)	< 3 fleurs/jour
Paramètres de maturité des gousses (moyenne de 36 plantes) (Pod maturity parameters means for 36 plants)		
6 : Nombre de jours pour avoir 1 gousse mûre (Number of days to obtain 1 ripe pod)	temps de mise à maturation des gousses (time taken for pods to ripen)	1 gousse mûre (1 ripe pod)
7 : (caractère 6)-(caractère 1) (character 6)-(character 1)	temps de maturation par gousse (ripening time per pod)	temps de maturation/gousse (ripening time/pod)
8 : Pourcentage maximum de gousses mûres (Maximum percentage of ripe pods)	maturité maximum de la production (maximum production maturity)	pourcentage max.
9 : Pourcentage de gousses mûres 90 jours après le semis — (Percentage of ripe pods 90 days after planting)	Rapidité de maturation de la production (speed at which production ripens)	pourcentage 90 jours

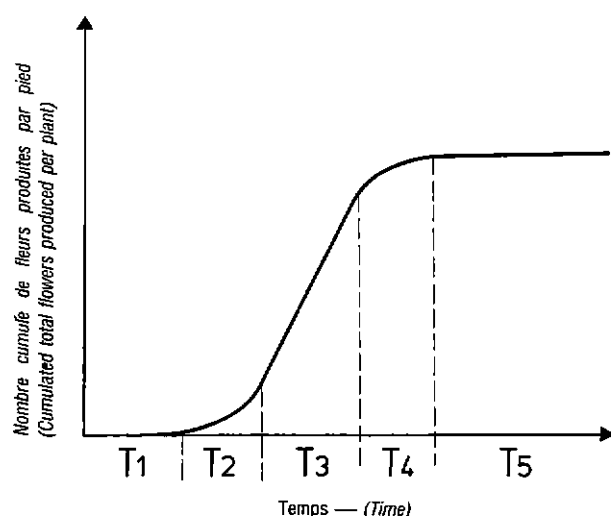
TABLEAU III. — Moyennes des comportements pluriannuels de 8 variétés vis-à-vis des composantes de la précocité —
(Multi-annual mean performances for the 8 varieties as regards precocity components)

Variétés (Varieties)	Chico	59-457	55-437	73-30	73-33	57-422	Florunner	28-206
Cycles théoriques (jours) (Theoretical cycle)	75	90	90	95	105	110	120	120
1 ^{res} fleurs (jours) (1st flowers-day)	21	21	22	23	25	24	24	27
> 3 fleurs/jour	26	35	29	33	39	40	38	43
50 fleurs/jour	36	41	39	40	48	45	44	50
50 % des fleurs/jour	37	44	42	45	49	48	48	52
< 3 fleurs/jour	63	63	67	68	66	65	68	72
1 ^{re} gousse mûre (jours) (1st ripe pod)	63	69	74	76	80	80	83	88
Temps de maturation par gousse (Ripening time/pod)	42	47	52	53	55	57	58	62
pourcentage maximum	61	58	65	60	51	53	43	40
pourcentage 90 jours	54	45	40	37	19	24	15	7

En l'absence de facteur limitant, notamment lié à l'alimentation hydrique, une courbe de floraison cumulée par pied peut être établie (Fig. 1).

Elle comprend 5 phases :

- 1^{re} phase : la phase de mise à floraison (t_1)
- 2^e phase : la phase de mise à floraison linéaire (t_2)
- 3^e phase : la phase de floraison linéaire (t_3)



- T_1 = Phase de mise à floraison — (T_1 = Start of flowering)
- T_2 = Phase de mise à floraison linéaire — (T_2 = Start of linear flowering)
- T_3 = Phase de floraison linéaire — (T_3 = Linear flowering)
- T_4 = Phase de baisse de la floraison — (T_4 = Reduced flowering)
- T_5 = Phase d'arrêt de la floraison — (T_5 = End of flowering)

FIG. 1 — Courbe de floraison cumulée par pied en fonction du temps écoulé depuis le semis, en l'absence de facteur limitant intervenant en cours de cycle — (Cumulated flowering curve per plant according to time elapsed since planting, in the absence of limiting factors during the cycle).

- 4^e phase : la phase de baisse de la floraison (t_4)
- 5^e phase : la phase d'arrêt de la floraison (production de fleurs extrêmement faible, voire nulle). (t_5)

Ces phases peuvent être situées par rapport aux paramètres étudiés :

- nombre de jours entre le semis et le 1^{er} jour de floraison (1^{res} fleurs) $\cong t_1$;
- nombre de jours entre le semis et la production de plus de 3 fleurs par jour (> 3 fleurs/jour) $\cong t_1 + t_2$;
- nombre de jours entre le semis et la production de moins de 3 fleurs par jour (< 3 fleurs/jour) $\cong t_1 + t_2 + t_3 + t_4$.

Lors de la maturation, le pourcentage de gousses mûres par pied augmente rapidement à mesure que les gousses correspondant aux fleurs produites pendant la phase linéaire de floraison arrivent à maturité. En l'absence de limitation dans le temps, l'existence d'une « production résiduelle » de fleurs en phase de plateau fait que le pourcentage de gousses mûres par rapport à la production totale de gousses devrait tendre vers 100 % sans jamais l'atteindre.

Deux limitations dans le temps vont maintenir le pourcentage de gousses mûres à un niveau plus faible : l'arrêt de la saison des pluies et la sénescence physiologique des plantes. Cette dernière est due, lors du remplissage et de la maturation des gousses, à un « épuisement » en faveur des fruits de l'appareil aérien et racinaire en produits métaboliques élaborés tels que les glucides et les protéines. La production photosynthétique est mobilisée par les gousses ainsi que les réserves en glucides et les protéines, notamment celles participant à la photosynthèse. Ceci se traduit par un « jaunissement » du feuillage, entraînant une baisse de l'activité photosynthétique et une chute des feuilles. La baisse des activités enzymatiques provoque une réduction des relations hormonales et de leur contrôle. En particulier, les graines mûres ne reçoivent plus d'inhibiteur de germination, l'acide abscissi-

TABLEAU IV. — Résultats des analyses de variance à 2 facteurs — (*Results of 2-factorial analysis of variance*)
Paramètres de floraison — (*Flowering parameters*)

Caractères (<i>Characters</i>) Sources de variations (<i>Source of variation</i>)	ddl	1 ^{re} fleur (<i>1st flower</i>)		> 3 fleurs/jour (<i>flowers/day</i>)		50 fleurs		50 % des fleurs		< 3 fleurs/jour (<i>flowers/day</i>)	
		CM	FC	CM	FC	CM	FC	CM	FC	CM	FC
Variétés (<i>Varieties</i>)	7	24,255	16,56***	203,986	17,7***	136,344	32,44***	130,703	10,89***	54,717	3,74**
Années (<i>Years</i>)	5	7,249	4,95***	296,425	25,71***	322,514	76,74***	731,696	60,96***	358,554	24,49***
Résiduelle (<i>Residual</i>)	34	1,465		11,527		4,203		12,003		14,642	

Paramètres de maturité des gousses — (*Pod maturity parameters*)

Caractères (<i>Characters</i>) Sources de variations (<i>Source of variation</i>)	ddl	1 ^{re} gousse mûre (<i>1st ripe pod</i>)		Temps de maturation par gousse (<i>Ripening time per pod</i>)		pourcentage max (Arc sin $\sqrt{\%}$) (<i>Arc sine $\sqrt{\%}$</i>)		pourcentage 90 jours (Arc sin $\sqrt{\%}$) (<i>Arc sine $\sqrt{\%}$</i>)	
		CM	FC	CM	FC	CM	FC	CM	FC
Variétés (<i>Varieties</i>)	7	131,719	10,84***	105,476	8,84***	944,934	37,99***	972,919	89,62***
Années (<i>Years</i>)	5	394,228	32,44***	232,464	19,48***	163,373	6,57***	767,635	70,71***
Résiduelle (<i>Residual</i>)	34	12,151		11,936		24,876		10,856	

*** = significatif à $\alpha \geq 1\%$ (*significant at $\alpha \geq 1\%$*).

** = significatif à $\alpha \geq 1\%$ (*significant at $\alpha \geq 1\%$*).

Remarque : L'absence de Florunner, en 1976 est considérée comme une donnée manquante pour chaque caractère.
Comment : The absence of Florunner, in 1976, is considered as a missing figure for each character.

que produit par la partie aérienne. Chez les génotypes non dormants, la balance hormonale penche alors en faveur de l'actif interne de germination. Les graines germent en terre, ce qui est considéré de façon traditionnelle comme un signe de maturité de la culture. Ces limitations dans le temps font que seule une partie des fleurs produites en t_3 et en t_4 participent à la production.

Le processus de sénescence physiologique dépend des rapports physiologiques entre les appareils foliaire, racinaire et les gousses. Par conséquent, les conditions du milieu qui influencent les potentiels métaboliques (activité photosynthétique, partition des assimilats), le nombre, la taille et le processus de remplissage des fruits, influencent le stade d'intervention de la sénescence, donc le pourcentage maximum de gousses mûres atteint.

Au moment de la récolte, le pourcentage de gousses mûres est d'autant plus élevé que le nombre de gousses ayant eu le temps de mûrir est élevé. Ce nombre sera d'autant plus grand que la floraison a débuté tôt, a été brève et que le temps d'élaboration de la gousse mûre à partir de la fleur fécondée est court. Le degré de précocité d'une variété dépend donc de la durée : $t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ + Temps d'élaboration par gousse.

La comparaison des moyennes variétales (Tabl. III) montre en effet que plus une variété est hâtive, plus les durées de sa phase végétative, de ses différentes phases de floraison

et d'élaboration par gousse, sont réduites, ce que confirment les estimations des coefficients de corrélation phénotypiques.

Critère de précocité à la récolte adopté dans les conditions données de l'étude.

Les pourcentages maximums de gousses mûres atteints par les variétés sont faibles dans de nombreuses années. Ceci est dû à l'arrêt de la saison des pluies qui induit une sénescence des plantes bien avant leur sénescence physiologique. Le critère de référence généralement adopté pour la précocité à la récolte, nombre de jours pour atteindre 75 % de gousses mûres, n'est donc pas utilisable dans les conditions pluviométriques des zones semi-arides tropicales. Le critère de référence retenu pour la comparaison des variétés sera alors le pourcentage de gousses mûres par pied N jours après le semis. N varie suivant le degré de précocité du matériel en étude. 90 jours ont été choisis dans cette étude.

Corrélations entre les composantes de la précocité et critères de sélection.

Les estimations des corrélations phénotypiques à partir des moyennes pluriannuelles par variété, donnent une approche des liaisons générales qui associent les différentes composantes de la précocité dans le cadre de l'échelle de précocité présentée par les 8 variétés étudiées.

TABLEAU V. — Estimation des coefficients de corrélation phénotypique entre les paramètres de précocité. — Corrélations entre les caractères sur les moyennes pluriannuelles des comportements variétaux : au-dessus de la diagonale (ddl = 5) — Corrélations entre les caractères sur les comportements variétaux sur toutes les années : en dessous de la diagonale (ddl = 46)

— (Estimate of coefficients of phenotypical correlations between precocity parameters — Correlations between characters based on multiannual mean varietal performances : above the diagonal $df = 5$ — Correlations between characters based on varietal performances over all the years : below the diagonal $df = 46$)

	1 ^{re} fleurs (jours)	> 3 fleurs/ jour (jours)	50 fleurs (jours)	50 % des fleurs (jours)	< 3 fleurs/ jour (jours)	1 ^{re} gousse mûre (jours)	Temps de mat par gousse (jours)	% age max. (Arc sin $\sqrt{\%}$)	% age 90 jours (Arc sin $\sqrt{\%}$)
1 ^{res} fleurs (jours) (1st flowers/days)		0,86**	0,95***	0,93***	0,78*	0,95***	0,92***	− 0,83**	− 0,98***
> 3 fleurs/jour	0,66***		0,96***	0,96***	0,55 NS	0,88**	0,87**	− 0,85**	− 0,90***
50 fleurs (jours)	0,64***	0,87***		0,95***	0,61 NS	0,90***	0,87**	− 0,82**	− 0,94***
50 % des fleurs (jours)	0,24 NS	0,12 NS	0,17 NS		0,72*	0,95***	0,93***	− 0,81*	− 0,94***
< 3 fleurs/jour	0,36*	0,47***	0,65***	0,29*		0,82*	0,82*	− 0,58 NS	− 0,76*
1 ^{re} gousse mûre (jours) (1st ripe pod)	0,77***	0,73***	0,74***	0,46***	0,51***		0,99***	− 0,79*	− 0,97*
Temps de matura- tion/gousse (jours) (Ripening time per pod)	0,63***	0,68***	0,70***	0,48***	0,51***	0,98***		− 0,76*	− 0,95***
% ^{age} max (Arc Sin $\sqrt{\%}$) (Arc sine $\sqrt{\%}$)	− 0,32*	− 0,52***	− 0,63***	− 0,42**	− 0,66***	− 0,54***	− 0,56***		0,89**
% ^{age} 90 jours (Arc sin $\sqrt{\%}$) (Arc sin $\sqrt{\%}$)	− 0,68***	− 0,76***	− 0,87***	− 0,32*	− 0,74***	− 0,83***	− 0,81***	0,75***	

*** = Significatif à $\alpha \geq 1\%$ — (Significant at $\alpha \geq 1\%$)

** = Significatif à $\alpha \geq 1\%$ — (Significant at $\alpha \geq 1\%$)

* = Significatif à $\alpha \geq 5\%$ — (Significant at $\alpha \geq 5\%$)

NS = Non significatif — (Non significant)

Les estimations des corrélations phénotypiques à partir des comportements variétaux sur toutes les années, offrent une approche des liaisons entre les composantes de la précocité qui tient compte des variations dues aux modifications environnementales entre les années, essentiellement liée aux conditions pluviométriques auxquelles est soumise la sélection.

Toutes les composantes de la précocité étudiées présentent un coefficient de corrélation phénotypique élevé, la plupart hautement significatif ($\alpha > 1\%$), avec le pourcentage de gousses mûres au 90^e jour excepté pour le nombre de jours pour que 50 % des fleurs soient produites (50 % des fleurs).

Seuls 2 caractères peuvent être suivis sur un grand nombre de plantes et de ce fait constituer éventuellement des critères de sélection de la précocité à la récolte :

— le nombre de jours par pied entre le semis et le 1^{er} jour de floraison $r = -0,68***$, ddl = 45 ;

— le nombre de jours par pied entre le semis et la production de plus de 3 fleurs par jour : $R = -0,76***$, ddl = 45.

Un troisième caractère peut également constituer un critère de précocité si l'effectif en sélection n'est pas trop important (de l'ordre de 2 à 3 centaines)

— le nombre de jours par pied entre le semis et la production cumulée de 50 fleurs : $r = -0,87***$, ddl = 45.

Son intérêt, malgré le coût de son appréciation, est d'être le caractère de précocité ayant la meilleure corrélation phénotypique avec le pourcentage de gousses mûres par pied au 90^e jour.

CONCLUSION

La liaison phénotypique entre la précocité de maturité des gousses à la récolte et la durée des différentes phases végétative, de floraison et d'élaboration par gousse, est établie.

Certains paramètres, tels que les nombres de jours par pied entre le semis et le 1^{er} jour de floraison, entre le semis et la production de plus de 3 fleurs par jour, ainsi qu'entre le semis et la production cumulée de 50 fleurs, constituent des

critères de sélection potentiels de la longueur du cycle pour le choix de variétés dans une collection. A partir de croisements, l'emploi de ces paramètres pour la sélection de génotypes en ségrégation nécessite auparavant de préciser,

au-delà de cette liaison phénotypique, leur degré de corrélation génétique avec la précocité de maturité des gousses, ainsi que leur hérédité (article à paraître dans *Oléagineux*).

BIBLIOGRAPHIE

KETRING D. L., BROWN R. H., SULLIVAN G. A., JOHNSON B. B. (1982) — Growth physiology. In: Peanut Science and Technology. Pattee H. E. and Young C. T., eds., APRES., 411-457

SUMMARY

Study of precocity components in groundnut.

J. L. KHALFAOUI, *Oléagineux*, 1990, 45, N° 2, p. 81-87.

A study was made, based on data from six years of experiments on eight varieties representative of the collection and the range of useful cycle lengths in semi-arid regions. Its aim was to identify the various components of pod maturity precocity at the time of harvesting. It appears that this precocity depends on the time taken for the various vegetative phases involved in flowering and pod ripening. Certain parameters, such as the time lapse between planting and the cumulated emission of fifty flowers, show strong phenotypical correlations ($r = -0.87^{***}$) with pod maturity precocity. As a result, they are effective criteria for selecting the cycle length of varieties in the collection.

RESUMEN

Estudio de los componentes de la precocidad en el maní.

J. L. KHALFAOUI, *Oléagineux*, 1990, 45, N° 2, p. 81-87.

Se realiza un estudio con base en los datos obtenidos tras seis años de experimentación en ocho variedades representativas de la colección y de la gama de las duraciones de ciclos útiles en una región semiárida, con el fin de especificar los diversos componentes de la precocidad de la madurez de los frutos en la cosecha. Resulta que esta precocidad depende de la duración de cumplimiento de las diversas etapas vegetativas de floración y maduración de los frutos. Algunos parámetros, como el tiempo que transcurre entre la siembra y la producción acumulada de cincuenta flores, muestran correlaciones fenotípicas altas ($r = -0.87^{***}$) con la precocidad de madurez de las semillas, constituyendo por lo tanto criterios eficaces de selección de la longitud del ciclo de las variedades en una colección.

Study of precocity components in groundnut

J. L. KHALFAOUI (1)

INTRODUCTION

As regards cycle length in hot, semi-arid, tropical zones, the genetic variability in collections ranges from 75 to 150 days for groundnut. The currently extended cultivars have cycles ranging from 90 to 120 days, since varieties with cycles of less than 90 days have proved mediocre from an agricultural point of view and those with cycles of more than 120 days are limited to rainy areas.

The so-called « early » varieties range from 75 to 95 days. These are the botanical varieties Spanish and Valencia. The « semi-late » — 95 to 110 days — and « late » varieties — 120 to 150 days — belong to the Virginia botanical variety, whose seeds are dormant at harvest time.

The length of the cycle depends essentially on the pattern of flowering and fruiting. With groundnut, this is affected by the photo-thermo-period. This is not so much a trigger as a modulator [Ketring, 1982], particularly temperature.

After a vegetative phase of 3 to 4 weeks, flowering continues almost throughout the plant's life. It is said to be indeterminate. It appears that this phenomenon is an adaptive character, enabling the plant to produce viable seeds regardless of the adverse environmental factors which may jeopardize part of the flowering phase. In fact, eliminating flowers means that intense flowering is maintained, whereas normally, a maximum number of flowers produced per day is reached, with the figure then dropping and reaching a very low,

even negligible, level at the start of senescence. Starting with a pollinated flower, the time taken for the pod to form and ripen is very sensitive to daytime and night-time temperatures. In West Africa, it takes at least around 40 days. These prolonged flowering and formation times mean that useful flowering, which produces ripe pods at harvest time, only represents a small fraction of flowering as a whole, in terms of time and the number of flowers.

The aim of the study was to identify: the various components of precocity in groundnut varieties, the relative importance of each as regards the precocity of pod ripening, and the phenotypical correlations that exist between them with respect to those varieties. The study was carried out with a view to orienting cycle length selection, and particularly choosing selection criteria.

I. — MATERIAL AND METHOD

1. — Genetic material.

This comprises seven pure families and one multiple family covering the useful precocity range in semi-arid regions, and the genetic variability available in collections, since each of the three botanical varieties of cultivated groundnut is represented (Table I).

2. — Experimental design.

This trial has been under way for over 20 years at the CNRA in Bambey (Senegal) (data only partially exploited and unpublished). The data used for this study correspond to the 6 years from 1976 to 1981.

(1) IRHO/CIRAD seconded to the Institut Sénégalais de Recherche Agricole, CNRA, in Bambey, Sénégal

The Florunner variety is a full-sib multiple family. It was introduced to the trial in 1977.

60 seeds were planted per 20 cm in 1976 and 50 per 20 cm from 1977 onwards, with 2 seeds per hole, thinned on emergence.

The design comprises 3 replications in randomized blocks, and 1 plot with 5 rows of each variety per block.

A certain number of flowering and pod maturity precocity parameters were studied (Table II). This involved daily monitoring of flowering on 6 plants per variety and per replication and weekly monitoring of production on 12 plants.

II. — RESULTS

Table III shows the mean multi-annual performance of the 8 varieties for each precocity parameter.

A 2-factorial analysis of variance — varieties and years (Table 4) — shows that the differences between years and varieties are very highly significant for all characters. The mature pod percentage distributions are standardized using arc sine transformation.

Estimates of the phenotypical correlations between the various parameters were made based on the varietal performance measurements for the 6 years and on multi-annual mean varietal performances (Table 5). For the most part, they are significant, and often high.

III. — DISCUSSION

Pod maturity precocity components.

For a given variety, harvest precocity depends on the growth, flowering and pod ripening phases.

In the absence of limiting factors, notably linked to water supply, a cumulated flowering curve per plant can be drawn up (Fig. 1).

This comprises 5 phases :

- phase 1 : Start of flowering (t_1)
- phase 2 : Start of linear flowering (t_2)
- phase 3 : Linear flowering (t_3)
- phase 4 : Reduced flowering (t_4)
- phase 5 : End of flowering (flower production extremely low, if not nil). (t_5)

These phases can be placed in context in relation to the parameters studied :

- number of days between planting and the 1st day of flowering (1st flowers) $\approx t_1$;
- number of days between planting and production of more than 3 flowers per day (> 3 flowers/day) $\approx t_1 + t_2$;
- number of days between planting and production of less than 3 flowers per day (< 3 flowers/day) $\approx t_1 + t_2 + t_3 + t_4$.

During ripening, the percentage of ripe pods per plant increases rapidly as the pods corresponding to the flowers produced during the linear flowering phase reach maturity. In the absence of time limits, the existence of « residual production » of flowers during the stable phase means that the percentage of ripe pods in relation to total pod production should be around, but never reach, 100 %.

Two time limits will in fact keep the percentage of ripe pods at a lower level : the end of the rainy season and the physiological senescence of the plants. The latter is due to « exhaustion » of elaborated metabolic products such as carbohydrates and proteins during pod filling and ripening in favour of the fruits, on the aerial and root systems. Photosynthetic production is mobilized by the pods, as are carbohydrate and protein reserves, particularly those involved in photosynthesis. This is reflected in a « yellowing » of the leaves, leading to a drop in photosynthetic activity and leaf fall. The drop in enzyme activity leads to reduced hormone relationships and control. In particular, ripe seeds no longer receive the germination inhibitor, abscisic acid, produced by the aerial part of the plant. In non-dormant genotypes, the hormone balance is weighted in favour of the internal germination activator. The seeds germinate in the ground, which is traditionally considered as a sign of crop maturity. The time limits involved mean that only some of the flowers produced in t_3 and t_4 participate in production.

The physiological senescence process depends on the physiological relationships between the leaf and root system and the pods. As a result, the environmental conditions influencing metabolic potential (photosynthetic activity, assimilate distribution), fruit size and number and fruit filling govern the stage at which senescence intervenes, hence the maximum percentage of ripe pods reached.

At harvest time, the percentage of ripe pods is all the higher in that the number of pods that have had time to ripen is high. This figure will be all the higher the earlier flowering began and the shorter the time it lasted and the quicker it takes for the ripe pod to form from a pollinated flower. A variety's degree of precocity therefore depends on the time $t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ + time taken for each pod to form.

A comparison of varietal means (Table III) shows, in fact, that the earlier the variety, the shorter its growth phase, various flowering phases and pod formation, which confirms estimates for coefficients of phenotypical correlation.

The criteria for precocity on harvesting adopted under the study conditions.

The maximum percentages of ripe pods reached by the varieties were low in numerous years. This was due to the end of the rainy season, which induces plant senescence well before physiological senescence. The reference criterion generally adopted for precocity by harvest time, the number of days taken to reach 75 % ripe pods, is not, therefore, applicable under the rainfall conditions in semi-arid tropical zones. The reference criterion used to compare varieties will be the percentage of ripe pods per plant N days after planting. N varies according to the degree of precocity of the material studied. 90 days was the figure chosen for the study.

Correlations between precocity components and selection criteria.

Estimates of phenotypical correlation based on the multi-annual means for each variety provide a rough assessment of the general links between the various precocity components on the precocity scale for the 8 varieties studied.

Estimates of phenotypical correlations based on varietal performances over all the years studied provide a rough assessment of the links between the various precocity components that takes account of variations due to environmental modifications from year to year, essentially linked to the rainfall conditions prevailing during selection.

All the precocity components studied show a high coefficient of phenotypical correlation, for the most part highly significant ($\alpha > 1\%$), with the percentage of ripe pods at 90 days, except for the number of days taken for 50 % of the flowers to be produced (50 % of flowers).

Only 2 characters can be monitored on a large number of plants and as a result constitute possible selection criteria for precocity on harvesting :

- the number of days per plant between planting and the first day of flowering : $r = -0.68^{***}$, $df = 45$;
- the number of days per plant between planting and production of more than 3 flowers per day : $R = -0.76^{***}$, $df = 45$.

A third character can also be used as a precocity criterion, as long as the numbers involved in selection are not too high (around 2 or 3 hundred).

- the number of days per plant between planting and cumulated production of 50 flowers : $r = -0.87^{***}$, $df = 45$.

— Despite the cost of assessment, its interest is that it is the precocity character that has the best phenotypical correlation with the percentage of ripe pods per plant on day 90.

CONCLUSION

The phenotypical link between pod maturity precocity at harvest time and the length of the various growth, flowering and pod filling phases has been established.

Certain parameters, such as the number of days per plant between planting and the first day of flowering, between planting and the production of more than 3 flowers per day and between planting and the cumulated production of 50 flowers, constitute potential criteria for selecting cycle lengths when choosing varieties from a collection. Using these parameters to select segregated genotypes from crosses calls for preliminary details, beyond the phenotypical link, of their degree of genetic correlation with pod maturity precocity, and their heritability (article to be published in *Oléagineux*).